

LIQUID CRYSTAL DISPLAY

Patent number: WO0075718
Publication date: 2000-12-14
Inventor: KANEKO YASUSHI (JP); ARAI MAKOTO (JP)
Applicant: CITIZEN WATCH CO LTD (JP); KANEKO YASUSHI (JP); ARAI MAKOTO (JP)
Classification:
- international: G02F1/1335; G02F1/13363; G02F1/13357; G02F1/139; G02F1/13; (IPC1-7): G02F1/1336; G02F1/133; G02F1/1347
- european: G02F1/1335R; G02F1/13363T
Application number: WO2000JP03696 20000607
Priority number(s): JP19990159227 19990607

Also published as:

EP1111437 (A1)
 WO0075718 (A)
 US6693692 (B1)
 EP1111437 (B1)

Cited documents:

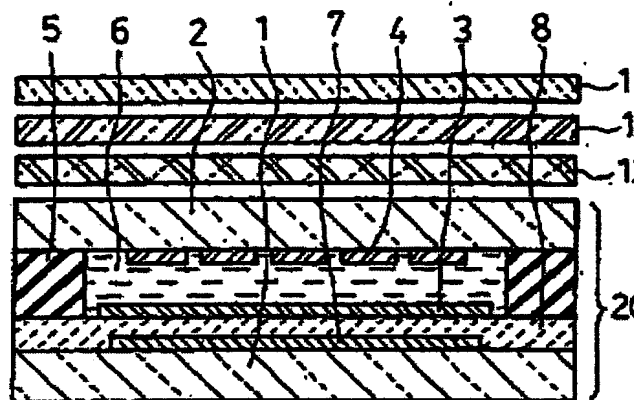
JP11249165
 JP2000066191
 JP8076111
 JP8292413
 JP9033882
 more >>

Report a data error here

Abstract of WO0075718

A twisted nematic crystal (6) is sandwiched between a first substrate (1) having a reflection layer (7) and a first electrode (3) and a second substrate (2) having second electrodes (4) to constitute a liquid crystal device (20). A twisted phase difference plate (12) is laid on the outside (viewed side) of the second substrate (2), and a phase difference plate (13) and a polarizing plate (11) are laid one over another on the outside to constitute a reflection liquid crystal display comprising a single polarizing plate. Thereby, a bright reflection display with high contrast can be achieved.

FIG. 1



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2000年12月14日 (14.12.2000)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 00/75718 A1

(51) 国際特許分類: G02F 1/1336, 1/1347, 1/133

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/03696

(22) 国際出願日: 2000年6月7日 (07.06.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願平11/159227 1999年6月7日 (07.06.1999) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): シチズン
時計株式会社 (CITIZEN WATCH CO., LTD.) [JP/JP];
〒163-0428 東京都新宿区西新宿2丁目1番1号 Tokyo
(JP).

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 金子

靖 (KANEKO, Yasushi) [JP/JP]. 新井 真 (ARAI,
Makoto) [JP/JP]; 〒359-8511 埼玉県所沢市大字下富
字武野840番地 シチズン時計株式会社 技術研究所
内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 弁理士 大澤 敬 (OSAWA, Takashi); 〒
170-0013 東京都豊島区東池袋1丁目20番2号 池袋ホ
ワイトハウスビル818号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(国内): CN, JP, US.

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY

(54) 発明の名称: 液晶表示装置

(57) Abstract: A twisted nematic crystal (6) is sandwiched between a first substrate (1) having a reflection layer (7) and a first electrode (3) and a second substrate (2) having second electrodes (4) to constitute a liquid crystal device (20). A twisted phase difference plate (12) is laid on the outside (viewed side) of the second substrate (2), and a phase difference plate (13) and a polarizing plate (11) are laid one over another on the outside to constitute a reflection liquid crystal display comprising a single polarizing plate. Thereby, a bright reflection display with high contrast can be achieved.

(57) 要約:

反射層(7)と第1の電極(3)を有する第1の基板(1)と第2の電極(4)
を有する第2の基板(2)との間に、ツイスト配向しているネマチック液晶(6)
を挟持させて液晶素子(20)を構成し、その液晶素子(20)の第2の基板(2)
の外側(視認側)にねじれ位相差板(12)を設け、その外側に位相差板(13)
と(偏光板11)を順次重ねてもうけ、単偏光板による反射型液晶表示装置を構成
する。これにより、明るくコントラストの高い反射表示が得られる。



WO 00/75718 A1

明 細 書

液 晶 表 示 装 置

技 術 分 野

この発明は液晶表示装置に関し、特に液晶素子の内部に設けた反射板と液晶素子の外側に設けた1枚の偏光板とによって、明るい白黒表示やカラー表示を実現する単偏光板方式の反射型液晶表示装置および半透過反射型液晶表示装置に関するものである。

背 景 技 術

従来、反射型液晶表示装置としては、1対の偏光板の間にTN（ツイステッドネマティック）液晶素子やSTN（スーパーツイステッドネマチック）液晶素子を配置し、その一方の偏光板の外側に反射層を設けた構造のものが主に用いられている。

しかし、このような反射型液晶表示装置は、外光が視認側から入射して反射層によって反射されて視認側へ出射するまでに、2枚の偏光板を2回ずつ通過することになるため、光量の減少が多く表示が暗かった。、さらに、反射層が液晶素子のガラス基板の外側にあるので、表示に影が生じるという問題もあった。

このような問題の対策として、偏光板1枚で表示が可能な単偏光板型の反射型液晶表示装置が提案されている。それによれば、偏光板が1枚であることから、従来の偏光板を2枚用いる反射型液晶表示装置に比べて光量の減少が少なくなり、表示の明るさを改善することができる。

また、単偏光板型液晶表示装置では、反射層を液晶素子の内部に形成することによって、表示の影の問題も解決することが可能である。

このような単偏光板型液晶表示装置は、例えば特開平4-97121号公報（JP, 04-97121, A）に見られるように、1枚の偏光板と1枚の位相差板と、反射層を内在した液晶素子とから構成されている。

しかしながら、このような従来の位相差板を1枚用いた単偏光板型液晶表示装置では、黒表示をするとき、特定の波長に対してのみ低い反射率（視認側から見た入射光量に対する出射光量の比率）が実現され、すべての波長に亘り低い反射率を実現することはできず、コントラストが不充分であった。

そこで、良好な黒表示を得るために、位相差板を2枚用いた単偏光板型液晶表示装置も開発されているが、まだ、十分なコントラストは得られていない。

また、位相差板の代わりに、液晶層のねじれ方向と逆方向にねじれた構造を持つ補償層を用いた単偏光板型液晶表示装置が、例えば特開平10-123505号公報（JP, 10-123505, A）に開示されているが、この構造でもすべての波長に亘り低い反射率を実現することはむずかしかった。

さらに、上述した従来の単偏光板型液晶表示装置では、反射層は光を透過しないのでバックライトを設けることができず、外光が弱い場所や夜間には表示を見ることができなかった。

そこで、反射層として、薄膜アルミニウムを蒸着やスパッタ法で形成したハーフミラーを用いたり、反射層に画素毎の開口部を設け、外光が弱い場所や夜間にはバックライトの光で表示を行う半透過反射型の液晶表示装置が開発されている。

しかし、単偏光板型液晶表示装置の場合、外光を用いる反射表示の時には、入射光が液晶素子を往復した状態で、1枚の偏光板によってその反射光の出射が制御されて良好な黒白表示が得られるように、液晶素子および位相差板等の光学素子を設計する必要がある。

一方、バックライトを用いた透過表示の時には、バックライトからの光が液晶素子を1回しか透過せず、その状態で1枚の偏光板によってその光の出射が制御されて良好な黒白表示が得られるように、液晶素子および光学素子を設計する必要がある。そのため、反射表示と透過表示の両方とも高いコントラストを得ることは難しかった。

反射層に画素毎の開口部を設けた液晶表示装置は、例えば、特開平 10-282488 号公報（JP, 10-282488, A）に開示されているが、そこには液晶素子や光学素子の条件に関する記述は一切なく、反射表示時と透過表示の時で、いかにして良好なコントラスト表示を両立させるかについて何も記載されていない。

この発明は、上述のような技術的背景に鑑みてなされたものであり、単偏光板型液晶表示装置において、すべての波長に亘り良好な低い反射率の黒表示を得ることにより、明るくコントラストの高い表示を実現することを目的とする。

また、単偏光板型液晶表示装置によって、外光による反射表示とバックライト照明による透過表示とを可能にし、且つ反射表示と透過表示の両方で高コントラストが得られるようにすることも目的とする。

発 明 の 開 示

この発明による液晶表示装置は、上記の目的を達成するため、反射層と第 1 の電極を有する第 1 の基板と第 2 の電極を有する第 2 の基板との間に、ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持して液晶素子を構成し、その液晶素子の第 2 の基板の外側（ネマチック液晶に接する側と反対側）にねじれ位相差板を、さらにその外側に位相差板と偏光板を順次設けた単偏光板型の反射型液晶表示装置である。

また、半透過反射層と第 1 の電極を有する第 1 の基板と第 2 の電極を有する第 2 の基板との間に、ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持して液晶素子を構成し、その液晶素子の第 2 の基板の外側にねじれ位相差板を、さらにその外側に第 1 の位相差板と第 1 の偏光板を順次設け、液晶素子の第 1 の基板の外側（ネマチック液晶に接する側と反対側）に、第 2 の位相差板と第 2 の偏光板とバックライトを順次設け、その第 2 の位相差板の位相差値が概ね $1/4$ 波長である、半透過反射型液晶表示装置を形成することもできる。

この場合さらに、上記第 2 の位相差板と第 2 の偏光板との間に第 3 の位相差板を設け、その第 2 の位相差板の遅相軸と第 3 の位相差板の遅相軸とが概ね直交するよ

うにし、第2の位相差板の位相差値の波長依存性と第3の位相差板の位相差値の波長依存性とを異ならせ、その第2の位相差板の位相差値と第3の位相差板の位相差値との差が概ね $1/4$ 波長になるようにするとよい。

あるいは、上記第2の位相差板の遅相軸と第3の位相差板の遅相軸とが概ね 60° の角度で交差するようにし、第2の位相差板の位相差値が概ね $1/4$ 波長で、第3の位相差板の位相差値が概ね $1/2$ 波長であるようにしてもよい。

これらの液晶表示装置において、ねじれ位相差板のツイスト方向を液晶素子のツイスト方向と逆方向にし、該ねじれ位相差板のツイスト角を液晶素子のツイスト角より $10^\circ \sim 30^\circ$ 小さくし、且つねじれ位相差板の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値を液晶素子の $\Delta n d$ 値より $0.2 \sim 0.3 \mu m$ 小さくするのが望ましい。

また、上記液晶素子の第1の基板と第2の基板のどちらか一方の基板に複数色のカラーフィルタを設けることにより、カラー液晶表示装置にすることができる。

また、上記液晶素子の第2の基板の外側に拡散層を設けるとよい。

上記半透過反射層を、厚さ $0.03 \mu m \sim 0.01 \mu m$ の金属薄膜とするか、画素毎に開口部を設けた金属薄膜とすることができる。

図面の簡単な説明

第1図は、この発明による液晶表示装置の第1の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

第2図は、同じくその反射層と第1の電極および第2の電極との平面的な配置関係を示す平面図である。

第3図は、同じくその液晶素子のツイスト角を説明するための図である。

第4図は、同じくそのねじれ位相差板のツイスト角と位相差板の遅相軸および偏光板の透過軸との関係を説明するための図である。

第5図は、この発明による液晶表示装置の第2の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

第6図は、同じくその半透過反射層と第1の電極および第2の電極との平面的な配置関係を示す平面図である。

第7図は、同じくその液晶素子のツイスト角と第2の位相差板の遅相軸および第2の偏光板の遅相軸との関係を説明するための図である。

第8図は、この発明による液晶表示装置の第3の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

第9図は、同じくその半透過反射層と第1の電極および第2の電極との平面的な配置関係を示す平面図である。

第10図は、同じくその液晶素子のツイスト角と第2の位相差板、第3の位相差板、および第2の偏光板の各遅相軸との関係を説明するための図である。

第11図は、この発明による液晶表示装置の第4の実施形態における液晶素子のツイスト角と第2の位相差板、第3の位相差板、および第2の偏光板の各遅相軸との関係を説明するための図である。

第12図は、この発明による液晶表示装置の第5の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

第13図は、同じくそのカラーフィルタと半透過反射層及び第1、第2の電極との平面的な配置関係を示す平面図である。

第14図は、この発明による液晶表示装置の第6の実施形態の構成を示す模式的な断面図である。

第15図は、同じくそのカラーフィルタと反射層及び第1、第2の電極との平面的な配置関係を示す平面図である。

第16図は、この発明による液晶表示装置の第3の実施形態に用いる位相差板の位相差値の波長依存性を示す線図である。

第17図は、この発明による液晶表示装置の第1の実施形態における分光反射率曲線を示す線図である。

発明を実施するための最良の形態

この発明をより詳細に説明するために、添付図面にしたがって、この発明の実施の形態を説明する。

〔第 1 の実施形態：第 1 図から第 4 図と第 17 図〕

まず、この発明による液晶表示装置の第 1 の実施形態の構成を、第 1 図から第 4 図によって説明する。

第 1 図はその液晶表示装置の構成を示す模式的な断面図であり、第 2 図はその反射層と第 1 および第 2 の電極との平面的な配置関係を示す平面図である。

この液晶表示装置は第 1 図に示すように、液晶素子 20 と、その視認側（第 1 図では上側）に順次重ねて設けられたねじれ位相差板 12、位相差板 13、および偏光板 11 とによって構成されている。

偏光板 11 と位相差板 13 とねじれ位相差板 12 は、アクリル系粘着剤で接着して一体化しており、液晶素子 20 の第 2 の基板 2 の外側（ネマチック液晶 6 に接する側と反対側）の面にアクリル系粘着剤で貼り付けられている。

液晶素子 20 は、それぞれ厚さ 0.5 mm のガラス板からなる第 1 の基板と第 2 の基板とが、周囲をシール材 5 によって張り合わされ、その間隙に左回り 240° ツイスト配向しているネマチック液晶 6 が封入され挟持されている。

その第 1 の基板の内面に、アルミニウムからなる厚さ 0.1 μ m の反射層 7 と、それを覆うアクリル系材料からなる厚さ 2 μ m の保護膜 8 とが形成され、その保護膜 8 上に透明電極材料である酸化インジウムスズ（ITO）膜からなる第 1 の電極 3 が形成されている。第 2 の基板 2 の内面にも、ITO 膜からなる第 2 の電極 4 が形成されている。

その第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 は、第 2 図に仮想線で示すように互いに直交するストライプ状に多数形成され、その第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 が交差して重なり合う部分がそれぞれ画素部となる。この第 1 の電極 3 を形成した第 1 の基板 1 上

の保護膜 8 の表面と、第 2 の電極 4 を形成した第 2 の基板 2 の内面には、それぞれ配向膜を形成しているが図示を省略している。

この ITO 膜からなる第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の透過率は、明るさの点で重要である。ITO 膜のシート抵抗値が低いほど膜厚が厚くなり、透過率が低くなる。

この実施形態では、第 2 の電極 4 にはデータ信号を印加するので、クロストークの影響が少なくなるように、シート抵抗値が約 100 オームで厚さ 0.05 μm 程度の ITO 膜を用いる。その ITO 膜の平均透過率は、約 92 % である。

また、第 1 の電極 3 には走査信号を印加するので、クロストークを低下するために、シート抵抗値が約 10 オームで厚さ 0.3 μm 程度の ITO 膜を用いる。その ITO 膜の平均透過率は、約 89 % と幾分低い、少なくとも一方の電極に、透過率が 90 % 以上の透明電極を用いることによって、表示の明るさを改善できる。

反射層 7 は、第 1 の基板 1 の内面にアルミニウム薄膜をスパッタリング法で形成し、さらにその表面を保護するために厚さ 0.03 μm の SiO_2 をスパッタ法で表面に形成したものであり、第 2 図に仮想線で示した第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 が交差して重なり合う各画素部を全て含む表示領域全体をカバーする大きさの正方形又は長方形に形成する。

この反射層 7 の表面に凹凸を形成して散乱性を与えると、視野角特性が改善されるため、より好ましい。

ねじれ位相差板 12 は、ねじれ構造を持つ液晶性高分子ポリマーを、トリアセチルセルロース (TAC) フィルムやポリエチレンテレフタレート (PET) フィルムに配向処理してから塗布し、150°C 程度の高温で液晶状態にして、ツイスト角を調整した後室温まで急冷して、そのねじれ状態を固定化したフィルムである。

あるいは、別に用意した配向処理を施したフィルムにねじれ構造を持つ液晶性高分子ポリマーを塗布し、上述の場合と同様に 150°C 程度の高温で液晶状態にして、ツイスト角を調整した後室温まで急冷してねじれ状態を固定した後、その液晶

性高分子ポリマーをTACフィルムに転写して形成したフィルムでもよい。

この実施形態では、ツイスト角 T_c が -220° で、複屈折性を示す Δn_d 値である R_c が $0.60\mu m$ の右回りのねじれ位相差板12を用いる。

偏光板11は、なるべく明るく且つ偏光度が高いことが好ましく、この実施形態では、透過率45%で偏光度99.9%の材料を使用した。

この偏光板11の表面に、屈折率の異なる無機薄膜を真空蒸着法やスパッタ法で数層コートした反射率が0.5%程度の無反射層を設けることによって、偏光板11の表面反射が低下して透過率が改善され、より明るくなる。また、黒レベルが低下することによってコントラストも改善される。

しかし、無機薄膜は高価なので、最近では1層～2層の有機材料をコートした塗布タイプの無反射膜が開発されており、反射率は1%前後と多少高いが、低価格である。これらの無反射膜でも無反射層として充分使用可能である。

位相差板13は、ポリカーボネート(PC)を延伸した厚さ約 $70\mu m$ の透明フィルムで、波長 $0.55\mu m$ での位相差値 F_1 が $0.63\mu m$ である。

次に、これらの各構成部材の配置関係について第3図および第4図を用いて説明する。なお、これらの図に示す角度は、視認側から見て水平軸に対して反時計方向に回転する角度をプラス、時計方向に回転する角度をマイナスとしている。

上述した液晶素子20の第1の電極3と第2の電極4の表面にはそれぞれ配向膜(図示せず)が形成され、第3図に示すように、第1の基板1側の面は、水平軸に対して右上がり 30° 方向にラビング処理することによって、下液晶分子配向方向 $6a$ は $+30^\circ$ となり、第2の基板2側は右下がり 30° 方向にラビング処理することによって、上液晶分子配向方向 $6b$ は -30° となる。

粘度20cPのネマチック液晶6には、カイラル材と呼ぶ旋回性物質を添加して、ねじれピッチ P を $11\mu m$ に調整し、反時計方向回りでツイスト角 T_s が 240° のSTNモードの液晶素子20を形成する。

使用するネマチック液晶 6 の複屈折の差 Δn は 0.15 で、第 1 の基板 1 と第 2 の基板 2 の隙間であるセルギャップ d は $5.6 \mu\text{m}$ とする。

したがって、ネマチック液晶 6 の複屈折の差 Δn とセルギャップ d との積で表す液晶素子 20 の複屈折性を示す $\Delta n d$ 値 R_s は $0.84 \mu\text{m}$ となる。

また、第 4 図に示すように、偏光板 11 の透過軸 11a は水平軸を基準にして、 $+70^\circ$ に配置する。一方、ねじれ位相差板 12 の下分子配向方向 12a は、水平軸を基準にして $+50^\circ$ に配置し、上分子配向方向 12b は 90° に配置している。したがって、このねじれ位相差板 12 は時計方向回りでツイスト角 T_c が 220° になり、液晶素子 20 とのツイスト角の絶対値の差 ΔT は、

$$\Delta T = T_s - T_c = 20^\circ$$

である。このねじれ位相差板 12 の複屈折性を示す $\Delta n d$ 値 R_c は $0.60 \mu\text{m}$ であり、液晶素子 20 との複屈折性の差 ΔR は、

$$\Delta R = R_s - R_c = 0.24 \mu\text{m}$$

となる。さらに、位相差板 13 の遅相軸 13a は、水平軸に対して -10° に配置されており、偏光板 11 の透過軸 11a との交差角は 80° となっている。

次に、この実施形態の液晶表示装置の作用効果について、第 17 図も参照して説明する。

ねじれ位相差板 12 の下分子配向方向 12a と液晶素子 20 の上液晶分子配向方向 6b の交差角が 90° 前後の場合に、液晶素子 20 の複屈折性とねじれ位相差板 12 の複屈折性は減算する。

したがって、液晶素子 20 の複屈折性とねじれ位相差板 12 の複屈折性は減算され、この実施形態では、 $\Delta R = 0.24 \mu\text{m}$ となるが、液晶素子 20 のネマチック液晶 6 はツイストしているので、位相差板としての実質的な位相差値としては $1/4$ 波長相当の $0.14 \mu\text{m}$ 程度となる。

さらに、この実施形態では、ねじれ位相差板 12 の下分子配向方向 12a と液晶

10

素子20の上液晶分子配向方向6bの交差角を 80° にすることと、ねじれ位相差板12のツイスト角 T_c を液晶素子20のツイスト角 T_s より小さくすることによって、良好な白表示と黒表示ができるように表示色の補正を行っている。

ねじれ位相差板12のツイスト角 T_c は、液晶素子20のツイスト角 T_s よりあまり小さいと複屈折性の減算が不十分になるので、ツイスト角の絶対値の差 $\Delta T = T_s - T_c$ は、 $10^\circ \sim 30^\circ$ が好ましい。また、複屈折性の差 $\Delta R = R_s - R_c$ は、 $0.2 \sim 0.3 \mu m$ で表示可能であった。

偏光板11の透過軸11aと位相差板13の遅相軸13aとの交差角が 90° の場合は、まったく位相差は発生しないが、この実施形態のように、偏光板11の透過軸11aと位相差板13の遅相軸13aとの交差角を 80° にすることにより、ごく僅かに位相差を発生させて、波長毎の位相差を補正している。

第17図に、この実施形態による単偏光板型の液晶表示装置の入射光の波長による反射特性を示す。

曲線34は第1の電極3と第2の電極4との間に電圧を印加しない時（電圧無印加時）の黒表示状態での反射率を、曲線35はオン電圧を印加した時の白表示状態での反射率を示す。

曲線36は比較のために、位相差板として通常のPC1枚だけの $1/4$ 波長板を用いた単偏光板型の液晶表示装置の電圧無印加時の黒表示状態での反射率を示す。

第1図において、上方の視認側から偏光板11を通して入射した直線偏光は、位相差板13とねじれ位相差板12と電圧無印加時のネマチック液晶6を透過することによって、すべての波長にわたり円偏光となって反射層7に到達する。

そして、反射層7で反射された円偏光は、ネマチック液晶6とねじれ位相差板12と位相差板13を再度透過することによって、偏光方向が 90° 回転した直線偏光に戻り、偏光板11で吸収されるため、第17図の曲線34に示したように反射率が極めて低くなり、完全な黒表示が得られる。

従来の単偏光板型の液晶表示装置は、ねじれ位相差板 12 を設けておらず、位相差板を 1 枚用いているだけであったため、第 17 図の曲線 36 に示したように、短波長と長波長の光の反射率が充分低くならなかった。そのため、電圧無印加時に完全な黒表示はできず紫色の黒表示となり、コントラストが低下する。

また、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に電圧を印加すると、ネマチック液晶 6 の液晶分子が立ち上がり、液晶素子 20 の実質的な $\Delta n d$ 値が減少する。

そのため、視認側から偏光板 11 を通してから入射した直線偏光は、第 1 の位相差板とねじれ位相差板 12 と電圧印加時のネマチック液晶 6 を透過することによって、楕円偏光や直線偏光に戻る。

この電圧印加時 の液晶素子 20 の実質的な $\Delta n d$ 値をねじれ位相差板 12 の位相差値と等しくすると、発生する複屈折性をほぼゼロにすることができる。

したがって、偏光板 11 を通して入射した直線偏光は回転せず、反射層 7 によって反射されてそのまま視認側へ戻るため、第 17 図の曲線 35 に示したように全波長領域に亘って高い反射率になり、明るく良好な白表示を得ることができる。

このように、この実施形態による反射型液晶表示装置は、偏光板 11 と位相差板 13 およびねじれ位相差板 12 と、反射層 7 を内在した液晶素子 20 とにより、外光を用いる反射表示において良好な黒表示と明るい白表示が得られ、高コントラストの表示が得られる。

〔第 1 の実施形態の変形例〕

上述した第 1 の実施形態では、液晶素子 20 として 240° ツイストの STN モードの液晶素子を用いたが、ツイスト角が 90° 前後の TN 液晶素子を用いても、同様な反射型液晶表示装置が得られる。

なお、TN 液晶素子を使用して大画面表示を行う場合には、薄膜トランジスタ (TFT) やメタル・インシュレータ・メタルの薄膜ダイオード (MIM) などのアクティブ素子を内在した、アクティブマトリクスによる反射型液晶表示装置とす

ることが好ましい。

第 1 の実施の形態では、ねじれ位相差板 1 2 として、室温ではねじれ状態が固定化している液晶性ポリマーフィルムを用いたが、液晶分子の一部を鎖状のポリマー分子に結合しただけの、温度により複屈折性を示す Δn 値 R_c が変化する温度補償型ねじれ位相差板を用いると、高温や低温での明るさやコントラストが改善し、より良好な表示が可能になる。

さらに、第 1 の実施形態では反射層 7 を第 1 の電極 3 とは別に形成したが、第 1 の電極 3 をアルミニウムや銀等の反射率の高い金属薄膜で形成すれば、第 1 の電極 3 が反射層 7 を兼ねることができる。それによって、液晶表示装置の構造を単純化することが可能である。

また、反射層 7 を第 1 の基板 1 の外側に配置しても、表示に影は発生するが、明るい白表示と良好な黒表示により高いコントラストが得られる点では、同様な効果が得られる。

さらにまた、第 1 の実施形態では、位相差板 1 3 として、ポリカーボネート (PC) を 1 軸延伸し、Z 軸方向の屈折率 n_z が延伸方向の屈折率 n_x とそれに直交する方向の屈折率 n_y に対して、 $n_x > n_y = n_z$ となっている通常タイプの位相差板を用いたが、PC を多軸延伸し、 $n_x > n_z > n_y$ となっている、いわゆる Z タイプの位相差板、あるいはポリビニルアルコール (PVA) やポリプロピレン (PP)、アクリルやポリスチレンなどの材料を延伸した位相差板を用いても、同様な効果が得られる。

〔第 2 の実施形態：第 5 図から第 7 図〕

次に、この発明による液晶表示装置の第 2 の実施形態について説明する。

第 5 図から第 7 図は、前述した第 1 の実施形態の液晶表示装置を説明するために用いた第 1 図から第 3 図に相当する図であり、それらの各図と同じ部分には同一の符号を付してあり、それらについては説明を省略するか簡単にする。

この第2の実施形態の液晶表示装置は、第1の実施形態の液晶表示装置に、第2の位相差板18と第2の偏光板17とバックライト16を追加して、透過表示も可能な半透過反射型の液晶表示装置としたものである。

この液晶表示装置を構成する液晶素子21は、第1の実施形態の液晶表示装置の液晶素子20と、その反射層7に代えて半透過反射層9を設けた点だけが相違する。

その液晶素子21の第2の基板2の外側（視認側）に順次重ねて設けたねじれ位相差板12と第1の位相差板13と第1の偏光板11も、第1の実施形態と同じである。但し、第1の実施形態における位相差板13と偏光板11を、この第2の実施形態ではそれぞれ第1の位相差板13と第1の偏光板11と称する。

そして、液晶素子21の第1の基板1の外側（視認側と反対側）に、第2の位相差板18と第2の偏光板17を順次配置し、さらにその第2の偏光板17の外側にバックライト16を配置している。

その第2の位相差板18と第2の偏光板17は、アクリル系粘着剤で一体化しており、液晶素子21ともアクリル系粘着剤で貼り付けられている。

液晶素子21の第1の基板1の内面に形成した半透過反射層9は、スパッタ法によって形成するアルミニウムの膜厚を非常に薄くすることによって、入射光の一部の光は透過し、残りを反射する、いわゆるハーフミラーにしてある。

この実施形態では、アルミニウムの膜厚を $0.02\mu\text{m}$ としたことにより、10～20%程度の光を透過し、残りの80～90%の光を反射するようにし、第6図に仮想線で示した第1の電極3と第2の電極4とがそれぞれ交差して重なる各画素部をすべて含む表示領域全体に亘る大きさの半透過反射層9を正方形又は長方形に形成する。

第2の位相差板18は、ポリカーボネート（PC）を延伸した厚さ約 $70\mu\text{m}$ の透明フィルムで、波長 $0.55\mu\text{m}$ における位相差値F3が $0.14\mu\text{m}$ で、 $1/4$ 波長板相当となっている。

第2の偏光板17は、偏光度が高いことが重要であり、透過率44%で偏光度が99.99%の偏光板を使用した。

バックライト16は、導光板に蛍光灯やLEDを取り付けたものや、エレクトロルミネッセンス(EL)板などを用いることが可能であるが、この実施形態では厚さが約1mmで、発光色が白色のEL板を用いた。

次に、これらの構成部材の平面的な配置関係を第7図を用いて説明する。なお、第5図における液晶素子21の上側の、ねじれ位相差板12の下分子配向方向12aと上分子配向方向12b、第1の位相差板13の遅相軸13a、および第1の偏光板11の透過軸11aの配置関係は、第4図に示した第1の実施形態の場合と同じであるので説明を省略する。

液晶素子21の下側に配置した第2の位相差板18の遅相軸18aは、第7図に示すように、水平軸に対して -65° に配置し、第2の偏光板17の透過軸17aは水平軸に対して -20° に配置しており、第1の偏光板11の透過軸11a(第4図参照)と直交する。

第7図に示す液晶素子21の下液晶分子配向方向6aと上液晶分子配向方向6b、およびそれによるツイスト角も、第3図に示した第1の実施形態の場合と同じである。

次に、この液晶表示装置の作用効果について説明する。

反射表示については、第1の実施の形態の場合と同一であり、良好なコントラストの表示が可能である。

そこで、バックライト16を点灯した透過表示について説明する。

バックライト16からの発光に射出された光は、第2の偏光板17を透過してその透過軸17aの方向に偏光した直線偏光となる。この直線偏光は、第2の位相差板18の遅相軸18aに対して 45° の角度に入射するので円偏光となる。そして、液晶素子21内の半透過反射層9で約8割は反射されるが、残りの2割の光が透過

する。

液晶素子 21 に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板 12 と液晶素子 21 と第 1 の位相差板 13 により、複屈折性がほぼ全波長にわたり $1/4$ 波長相当となっている。

そのため、第 2 の位相差板 18 で発生した位相差は、液晶素子 21 とねじれ位相差板 12 と第 1 の位相差板 13 とで発生する位相差で減算されてゼロとなり、第 2 の偏光板の透過軸 17a と同一方向に偏光した直線偏光となって出射する。

そして、第 1 の偏光板 11 の透過軸 11a と第 2 の偏光板 17 の透過軸 17a とが直交しているので、バックライト 16 から第 2 の偏光板 17 を通して入射した光は第 1 の偏光板 11 を透過せず、視認側に出射しないため黒表示となる。

第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に電圧を印加すると、ネマチック液晶 6 の液晶分子が立ち上がり、液晶素子 21 の実質的な Δn_d 値が減少する。

そのため、バックライト 16 から第 2 の偏光板 17 を通して入射した直線偏光は、第 2 の位相差板 18 を通過することによって円偏光となるが、ねじれ位相差板 12 と液晶素子 21 を透過することにより楕円偏光や直線偏光になる。

この電圧印加により液晶素子 21 で発生する位相差を $1/4$ 波長とすると、第 2 の偏光板 17 より入射した直線偏光は、ねじれ位相差板 12 と第 1 の位相差板 13 を透過することによって 90° 回転するため、第 1 の偏光板 11 を透過して視認側に出射する。それによって、良好な白表示を得ることができる。

このように、この液晶表示装置によれば、第 1 の偏光板 11 と第 1 の位相差板 13 とねじれ位相差板 12、および半透過反射層 9 を内在した液晶素子 21 とにより、外光を用いる反射表示においては良好な黒表示と明るい白表示が得られる。また、液晶素子 21 の下側に第 2 の位相差板 18 と第 2 の偏光板 17 とバックライト 16 を備えたため、外光が少ない環境ではバックライト 16 を点灯することにより、良好なコントラストの表示が得られる。すなわち、表示品質が良好な単偏光板による半透過反射型液晶表示装置が得られる。

〔第2の実施形態の変形例〕

上述の実施形態では、半透過反射層9を厚さ $0.02\mu\text{m}$ のアルミニウム薄膜で形成したが、厚さ $0.03\mu\text{m}\sim 0.01\mu\text{m}$ であれば、一部の光が透過して残りの光を反射するハーフミラーとすることが可能である。

また、半透過反射層9としてアルミニウム薄膜を用いたが、アルミニウム合金や銀の薄膜、さらに反射率を改善するためにアルミニウムと無機酸化物の多層膜などを用いることも可能である。

上述の実施形態では、第2の位相差板18で発生する位相差を液晶素子21で発生する位相差が減算するように配置したが、第2の位相差板18と液晶素子21で発生する位相差を加算して $1/2$ 波長相当になるように配置し、さらに第2の偏光板17の透過軸17aを第1の偏光板の透過軸11aと平行に配置するようにしてよい。

〔第3の実施形態：第8図から第10図〕

次に、この発明による液晶表示装置の第3の実施形態について説明する。

第8図から第10図は、前述した第1の実施形態の液晶表示装置を説明するために用いた第1図から第3図、および第2の実施形態の液晶表示装置を説明するために用いた第5図から第7図に相当する図であり、それらの各図と同じ部分には同一の符号を付してあり、それらについては説明を省略するか簡単にする。

この第3の実施形態の液晶表示装置は、液晶素子22が第2の実施形態における液晶素子21と若干相違する。すなわち、液晶素子22の第1の基板1の内面に形成する半透過反射層14は、厚さ $0.1\mu\text{m}$ のアルミニウム膜であり、第9図に明示するように、第1の電極3と第2の電極4とが交差して重なる各画素部に対応する位置に開口部14aが形成されている。その各開口部14aはフォトリソ工程によって形成する。

この半透過反射層14のアルミニウムの膜厚は、第2の実施形態の半透過反射層

9より厚いので、開口部14a以外の部分は完全な反射層となっており、開口部14aの面積で透過率と反射率を調整することが可能である。この実施形態では、開口部14aの面積を画素面積の30%に設定したので、30%程度の光を透過し、残りの70%の光を反射する。

さらに、この液晶表示装置は、液晶素子22の第2の基板の外側（視認側）にまず拡散層15を設け、その外側に順次ねじれ位相差板12と第1の位相差板13と第1の偏光板11とを重ねて配置している。

また、液晶素子22の第1の基板の外側（視認側と反対側）に、順次第2の位相差板18と第3の位相差板19と第2の偏光板17を重ねて配置し、その第2の偏光板17の外側にバックライト16を設けている。

第1の偏光板11と第1の位相差板13とねじれ位相差板12は、アクリル系粘着剤で一体化している。また、第2の位相差板18と第3の位相差板19と第2の偏光板17も、アクリル系粘着剤で一体化している。そして、これらはいずれも液晶素子22ともアクリル系粘着剤で貼り付けられている。

拡散層15は、半透過反射層14で反射した光を散乱し、広視野角で明るい表示を得るために設けている。そのため、この拡散層15は、外部から入射する光はなるべく前方に散乱透過し、後方散乱が少ないものが高コントラストが得られるので好ましい。ここでは、粘着剤に微粒子を混合した厚さ30 μ mの散乱性粘着剤を拡散層15として用い、液晶素子22とねじれ位相差板12の粘着剤としても兼用している。

また、この拡散層15は位相差値をほとんど持たず、偏光状態を変化させにくい材料を用いたので、液晶素子22の第2の基板2から第1の偏光板11の間のいずれか、あるいは第1の偏光板11の表面のどこに配置してもよいが、表示ボケを減らすために、なるべく第2の基板2の近くに配置するのが好ましい。

また、第2の基板2の厚さも、なるべく薄い方が、表示ボケが少なくなり好まし

く、この実施形態では厚さ0.5mmとした。また、第2の基板を0.4mmと薄くし、第1の基板は0.5mmとすることにより、第2の基板を第1の基板より薄くすることも可能である。

第1の偏光板11、第2の偏光板17、ねじれ位相差板12、第1の位相差板13、およびバックライト16は、第2の実施形態で用いたものと同じである。

第2の位相差板18は、ポリカーボネート(PC)を延伸した厚さ約70 μ mの透明フィルムで、波長0.55 μ mでの位相差値F2が0.36 μ mである。

第3の位相差板19は、ポリプロピレン(PP)を延伸した厚さ約100 μ mの透明フィルムで、波長0.55 μ mでの位相差値F3が0.50 μ mである。

次に、これらの構成部材の平面的な配置関係を第10図を用いて説明する。なお、第8図における液晶素子22の上側の、ねじれ位相差板12の下分子配向方向12aと上分子配向方向12b、第1の位相差板13の遅相軸13a、および第1の偏光板11の透過軸11aの配置関係は、第4図に示した第1の実施形態の場合と同じであるので説明を省略する。

液晶素子22の下側に配置した第2の位相差板18の遅相軸18aは、第10図に示すように水平軸に対して+25°に配置され、第3の位相差板19の遅相軸19aは水平軸に対して-65°に配置している。

したがって、第2の位相差板18の遅相軸18aと第3の位相差板19の遅相軸19aとは直交し、第2の位相差板18の位相差値F2と第3の位相差板19の位相差値F3は減算され、有効な位相差値 ΔF は、 $\Delta F = F3 - F2 = 0.14\mu\text{m}$ となる。

第10図に示す液晶素子22の下液晶分子配向方向6aと上液晶分子配向方向6b、およびそれによるツイスト角も、第3図に示した第1の実施形態の場合と同じである。

ここで、位相差板の効果について、第16図を参照して説明する。

第16図は、この実施形態で用いた位相差板の位相差値の波長依存性を示す特性

図であり、横軸は光の波長 (μm) で、縦軸は位相差板の位相差値 (μm) を示す。

曲線 31 は第 2 の位相差板 18 の位相差値を示し、曲線 32 は第 3 の位相差板 19 の位相差値を示し、曲線 33 は第 2 の位相差板 18 と第 3 の位相差板 19 の遅相軸 18a と 19a を直交させて重ねたときの位相差値を示す。

第 2 の位相差板 18 の材質は、屈折率の波長依存性が大きいポリカーボネート (PC) であるので、曲線 31 に示すように短波長での位相差値は大きくなる。

一方、第 3 の位相差板 19 の材質は屈折率の波長依存性が小さいポリプロピレン (PP) であるので、曲線 32 に示すように短波長での位相差値は長波長での位相差値とほぼ同じでほとんど変化しない。

したがって、第 2 の位相差板 18 と第 3 の位相差板 19 を、位相差値が減算するように遅相軸を直交させて重ねると、曲線 33 に示すように $0.4\mu\text{m}$ 付近の短波長での位相差値を $0.7\mu\text{m}$ 付近の長波長での位相差値より小さくすることができる。

それによって、位相差値 F を光の波長 λ で除した F/λ 値を、すべての波長にわたってほぼ $1/4$ にすることが可能になり、いわゆる広帯域 $1/4$ 波長板を形成することができる。

しかし、通常の $1/4$ 波長板は、短波長での位相差値が長波長での位相差値より大きいので、位相差値 F を波長 λ で除した F/λ 値は、短波長では $1/4$ より大きくなり、長波長では $1/4$ より小さくなる。その結果、波長毎に偏光状態が変化してしまう。

つぎに、この第 3 の実施形態の液晶表示装置の作用効果について説明する。

反射表示については、第 1、第 2 の実施の形態の場合と同じであり、ねじれ位相差板 12 と第 1 の位相差板 13 を用いることによって、良好なコントラストの表示が可能である。

そこで、バックライト 16 を点灯した透過表示の場合について説明する。バック

ライト16の発光により射出される光は、第2の偏光板17を通してその透過軸の方向に偏光した直線偏光となる。この直線偏光は第2の位相差板18と第3の位相差板19で形成した広帯域1/4波長板の遅相軸に対して45°の角度に入射するので円偏光となる。

そして、液晶素子22に入射すると、その半透過反射層14によって約7割は反射されるが、残りの約3割の光が透過する。

液晶素子22に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板12と液晶素子22と第1の位相差板13により、複屈折性がほぼ全波長にわたり1/4波長となっている。

そのため、第2の位相差板18と第3の位相差板19で発生した位相差は、液晶素子22とねじれ位相差板12と第1の位相差板13とで発生する位相差で減算されてゼロになり、第2の偏光板17の透過軸17aと同一方向の直線偏光となって出射する。

しかし、第1の偏光板11の透過軸11aは第2の偏光板17の透過軸17aと直交しているので、第1の偏光板11へ入射した直線光は透過せず、視認側へ出射しないので黒表示となる。そして、第2の位相差板18と第3の位相差板19を用いたことで、第2の実施形態よりも、良好な黒表示が得られる。

第1の電極3と第2の電極4の間に電圧を印加すると、ネマチック液晶6の液晶分子が立ち上がり、液晶素子22の実質的な Δn_d 値が減少する。そのため、バックライト16から第2の偏光板17を通して入射する直線偏光は、第2の位相差板18と第3の位相差板19を通過することにより円偏光となるが、ねじれ位相差板12と液晶素子22を透過することによって、楕円偏光や直線偏光になる。

この電圧印加により、液晶素子22で発生する位相差を1/4波長にすると、第2の偏光板17を通して入射した直線偏光は、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13を透過することにより90°回転するため、第1の偏光板11を透過して視

認側へ出射する。そのため、良好な白表示を得ることができる。

このように、第1の偏光板11、第1の位相差板13、およびねじれ位相差板12と、半透過反射層14を内在した液晶素子22とにより、外光を用いる反射表示においては良好な黒表示と明るい白表示が得られる。また、液晶素子22の下側に第2の位相差板18と第3の位相差板19と第2の偏光板17とバックライト16とを備えたことによって、外光が少ない環境でもバックライト16を点灯することにより、良好なコントラストの表示が得られる。すなわち、表示品質の良好な単偏光板による半透過反射型液晶表示装置が得られる。

さらにまた、画素毎に開口部14aを設けた半透過反射層14を用いたことによって、開口部14aを大きくすると透過表示重視の液晶表示装置に、開口部14aを小さくすると反射表示重視の液晶表示装置にすることが可能である。

〔第3の実施形態の変形例〕

また、上述の実施形態では、第2の位相差板18にポリカーボネートを、第2の位相差板19にポリプロピレンを用いたが、屈折率の波長依存性が異なっていれば、ある程度の効果が得られる。第1の位相差板18にポリアリレートを、第2の位相差板19にポリビニルアルコールを用いた場合でも、良好なコントラストが得られた。

さらに、上述の実施形態では、第2の位相差板18の位相差値 F_2 を $0.36\mu\text{m}$ 、第3の位相差板19の位相差値 F_3 を $0.5\mu\text{m}$ にしたが、 $\Delta F = F_3 - F_2 = 0.14\mu\text{m}$ になる関係を保てば、位相差値 F_2 と位相差値 F_3 はこれと異なっても同様な効果を得ることができる。

〔第4の実施形態：第8図、第9図、および第11図〕

次に、この発明による液晶表示装置の第4の実施について説明する。

この第4の実施形態の液晶表示装置は、前述した第3の実施形態の液晶表示装置と、その第2の位相差板18と第3の位相差板19の種類と配置角度が異なってい

るだけである。

そのため、液晶表示装置の基本的な構成は、第8図および第9図に示した第3の実施形態と同じであるから、その説明は省略する。

第2の位相差板18は、ポリカーボネートを延伸した厚さ約 $70\mu\text{m}$ の透明フィルムで、波長 $0.55\mu\text{m}$ での位相差値 F_2 が $0.14\mu\text{m}$ で、 $1/4$ 波長相当である。

第3の位相差板19も、ポリカーボネートを延伸した厚さ約 $70\mu\text{m}$ の透明フィルムで、波長 $0.55\mu\text{m}$ での位相差値 F_3 が $0.28\mu\text{m}$ で、 $1/2$ 波長相当に設定する。

この第4の実施形態の液晶表示装置における各構成部材の配置関係を、第11図を用いて説明する。

液晶素子22から上側のねじれ位相差板12の下分子配向方向12aと上分子配向方向12b、第1の位相差板13の遅相軸13a、および第1の偏光板11の透過軸11aの配置関係は、第4図に示した第1の実施形態の場合と同じであるので省略する。

液晶素子22下側に配置した第2の位相差板18の遅相軸18aは、第11図に示すように水平軸に対して $+85^\circ$ に配置し、第3の位相差板19の遅相軸19aは水平軸に対して -35° に配置する。したがって、第2の位相差板18の遅相軸18aと第3の位相差板19の遅相軸19aとは 60° に交差する。

また、第2の偏光板17の透過軸17aは水平軸に対して -20° に配置する。したがって、第2の偏光板17の透過軸17aと第1の偏光板の透過軸11a（第4図参照）とは直交する。

第11図に示す液晶素子22の下液晶分子配向方向6aと上液晶分子配向方向6b、およびそれによるツイスト角も、第3図に示した第1の実施形態の場合と同じである。

次に、この実施形態の液晶表示装置の作用効果について説明する。

反射表示については、第3の実施形態と同じであり、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13を用いることによって、良好なコントラストの表示が可能である。

そこで、バックライト16を点灯した透過表示について説明する。第3の実施形態では、屈折率の波長依存性が異なる位相差板を2枚用いたが、屈折率の波長依存性が同一の材料を用いても、すべての可視光領域で円偏光に変換できる広帯域1/4波長板を得ることができる。

この第4の実施形態では、位相差値F2が1/4波長相当の $0.14\mu\text{m}$ である第2の位相差板18と、位相差値F3が1/2波長相当の $0.28\mu\text{m}$ である第3の位相差板19を、第11図に示したように、その遅相軸18aと19aの交差角が 60° となるように重ねることによって、波長 $0.55\mu\text{m}$ での2枚合計の位相差値は $0.14\mu\text{m}$ となる。そして、波長 $0.4\mu\text{m}$ 付近の短波長では $0.14\mu\text{m}$ より小さく、波長 $0.7\mu\text{m}$ 付近の長波長では $0.14\mu\text{m}$ より大きくなる。

また、2枚合計の実質的な遅相軸は第2の位相差板18の遅相軸18aと第3の位相差板19の遅相軸19aの中間となり、水平軸に対して -65° の方向となる。

つまり、屈折率の波長依存性が同じ材料の位相差板でも、2枚の位相差板を用いることによって、短波長の位相差値が長波長の位相差値より小さい、いわゆる広帯域1/4波長板を形成することが可能になる。

すなわち、位相差値Fを波長 λ で除した F/λ 値をすべての可視光領域に亘りほぼ1/4にすることが可能になり、その結果、可視光領域すべての波長で円偏光が得られる。

バックライト16の発光により射出された光は、第2の偏光板17を通してその透過軸17aの方向に偏光した直線偏光となる。この直線偏光は第2の位相差板18と第3の位相差板19の2枚を合成した実質的な遅相軸に対して 45° の角度に入射するので円偏光となる。

そして、液晶素子22に入射すると、半透過反射層14によって約7割は反射さ

れるが、残りの約3割の光が透過する。

液晶素子22に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板12と液晶素子22と第1の位相差板13により、複屈折性がほぼ全波長にわたり1/4波長となっている。

そのため、第2の位相差板18と第3の位相差板19で発生した位相差は、液晶素子22とねじれ位相差板12と第1の位相差板13とで発生する位相差で減算されてゼロとなり、第2の偏光板17の透過軸17aと同じ方向に偏光した直線偏光となって出射する。

しかし、第2の偏光板17の透過軸17aは第1の偏光板11の透過軸11aと直交しているので、第2の偏光板17への入射光は透過せず、視認側へ出射しないので黒表示となる。そして、第2の位相差板18と第3の位相差板19を用いたことによって、第2の実施形態よりも良好な黒表示が得られる。

第1の電極3と第2の電極4の間に電圧を印加すると、ネマチック液晶6の液晶分子が立ち上がり、液晶素子22の実質的な $\Delta n d$ 値が減少する。

そのため、バックライト16から第2の偏光板17を通してから入射した直線偏光は、第2の位相差板18と第3の位相差板19を通過することにより円偏光となるが、ねじれ位相差板12と液晶素子22を透過することによって楕円偏光や直線偏光になる。

この電圧印加により、液晶素子22で発生する位相差値を1/4波長相当とすると、第2の偏光板17を通して入射した直線偏光は、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13を透過することによって90°回転するため、第1の偏光板11を透過し、視認側へ出射する良好な白表示を得ることができる。

このように、第1の偏光板11、第1の位相差板13、およひねじれ位相差板12と、半透過反射層14を内在した液晶素子22とにより、外光を用いる反射表示においては良好な黒表示と明るい白表示が得られる。また、液晶素子22の下側に

第2の位相差板18と第3の位相差板19と第2の偏光板17とバックライト16を備えたことにより、外光が少ない環境でもバックライト16を点灯することにより、良好なコントラストの表示が得られる。すなわち、表示品質が良好な単偏光板による半透過反射型液晶表示装置が得られる。

〔第4の実施の形態変形例〕

上述の実施形態では、第2の位相差板18の遅相軸18aを水平軸に対して $+85^{\circ}$ に、第3の位相差板19の遅相軸19aを水平軸に対して -35° に配置したが、第2の位相差板18の遅相軸18aを -35° に、第3の位相差板19の遅相軸19aを $+85^{\circ}$ に配置しても、両遅相軸18aと19aの交差角が 60° であれば同様な効果が得られる。

〔第5の実施形態：第12図および第13図〕

次に、この発明による液晶表示装置の第5の実施形態について説明する。

この第5の実施の形態の液晶表示装置の構成は、液晶素子に内在する半透過反射層の形状が異なることと、カラーフィルタを備えたことによってカラー表示が可能になっている点が、前述した第4の実施形態の構成と異なっている。

第12図及び第13図は、この第5の実施形態の液晶表示装置の構成を説明するための模式的な断面図とそのカラーフィルタ等の平面図であり、第4の実施形態の第8図および第9図に対応し、それらと同じ部分には同一の符号を付してある。したがって、第8図および第9図と同じ部分については説明を省略する。

この液晶表示装置の液晶素子23は、第1の基板1の内面に、第4図及び第5図に示した第2の実施形態における液晶素子21と同様に、半透過反射層9として膜厚が $0.02\mu\text{m}$ のアルミニウム膜からなるハーフミラーを形成している。

さらに、その半透過反射層9上に、赤フィルタR、緑フィルタG、および青フィルタBの3色からなる厚さ $1\mu\text{m}$ のカラーフィルタ10を形成し、アクリル系材料からなる厚さ $2\mu\text{m}$ の保護膜8で被覆している。

その他の構成は、第4の実施形態の液晶表示装置と同様である。

この実施形態では、半透過反射層9としてのアルミニウム膜の膜厚を、第2の実施形態と同じ $0.02\mu\text{m}$ としたことにより、入射光の10～20%程度の光を透過し、残りの80～90%程度の光を反射するようにしている。

この半透過反射層9とカラーフィルタ10を、第13図に示すように、第1の電極3と第2の電極4とが交差して重なる各画素部を含む表示領域全体をカバーする大きさの正方形または長方形に形成している。

カラーフィルタ10を構成する各色のフィルタR、G、Bは、縦ストライプ状の各第2の電極上に重なる平行なストライプ状に、R、G、Bの順番で配置されている。

各色のフィルタR、G、Bの幅は、第2の電極4の幅より広く形成し、隙間が生じないようにしている。カラーフィルタ10の間にすきまが生じると、入射光が増加して明るくはなるが、表示色に白光が混色して色純度が低下するので好ましくない。

バックライト16は、第1～第4の実施形態と同じ白色エレクトロルミネセンス(EL)発光素子を用いることも可能ではあるが、この実施形態では、彩度と明るさを向上するために、導光板に3波長型蛍光管を取り付けたサイドライト方式のものをを用いた。

カラーフィルタ10は、明るさを改善するために、分光スペクトルにおける最大透過率になるべく高いことが好ましく、各色のフィルタR、G、Bの最大透過率は80%以上が好ましく、90%以上が特に好ましい。また、分光スペクトルにおける最小透過率も20%～50%と高くする必要がある。

このカラーフィルタ10としては、顔料分散型、染色型、印刷型、転写型、電着型など種々のものを使えるが、アクリル系やPVA系の感光性樹脂に顔料を分散させた顔料分散型のカラーフィルタが耐熱温度が高く色純度も良いので、最も好まし

い。

このような高透過率のカラーフィルタを得るために、第1の基板1にアルミニウム薄膜の半透過反射層9を形成し、半透過反射層9の表面を陽極酸化処理で不活性化させた後、感光性樹脂に顔料を10～15%配合したカラーレジストを、スピナーを用いて第1の基板1上に塗布し、露光工程と現像工程を行って、厚さが1 μ m程度でも透過率が高いカラーフィルタ10を形成することができる。

その他の構成は、第4の実施形態の液晶表示装置と同様である。各構成部材の平面的な配置関係も、第10図に示した第4の実施形態の場合と同じである。

次に、この第5の実施形態の液晶表示装置の作用効果について説明する。

カラーフィルタ10は全く複屈折性を持たないので、反射表示については第4の実施形態と同じであり、ねじれ位相差板12と第1の位相差板13を用いることによって、良好なコントラストの表示が可能である。

そして、表示画素部のオンとオフを組み合わせることによって、カラー表示が可能になる。例えば、赤フィルタRのある画素をオン（白）にし、緑フィルタGと青フィルタBのある画素をオフ（黒）にすることにより赤表示が可能になる。また、赤フィルタRと緑フィルタGのある画素をオン（白）にし、青フィルタBのある画素をオフ（黒）にすることにより黄色表示が可能になる。

この実施形態の半透過反射型液晶表示装置は、反射率が高く且つコントラスト比が10以上と高い値が得られ、バックライト16が非点灯の反射表示でも、彩度が高く明るいカラー表示が得られる。

次に、バックライト16を点灯した透過表示について説明する。半透過反射層9とカラーフィルタ10は複屈折性を持たないので、透過表示も第4の実施形態と同じである。したがって、バックライト16から射出した光は第2の偏光板17を通してその透過軸17aの方向に偏光した直線偏光となり、第3の位相差板19と第2の位相差板18を透過することにより円偏光となる。

そして、液晶素子 23 に入射した円偏光は、半透過反射層 9 で約 8 割は反射されるが、残りの約 2 割の光が透過する。

液晶素子 23 に電圧を印加していない状態では、ねじれ位相差板 12 と液晶素子 23 と第 1 の位相差板 13 により、複屈折性がほぼ全波長にわたり $1/4$ 波長相当となっているので、第 2 の位相差板 18 と第 3 の位相差板 19 で発生した位相差は、液晶素子 23 とねじれ位相差板 12 と第 1 の位相差板 13 とで発生する位相差で減算されてゼロとなり、第 2 の偏光板の透過軸 17 a と同一方向の直線偏光となって出射する。

しかし、第 1 の偏光板 11 の透過軸 11 a は第 2 の偏光板 17 の透過軸 17 a と直交しているので、第 1 の偏光板 11 への入射光は透過せず、視認側に出射しないので黒表示となる。そして、第 1 の電極 3 と第 2 の電極 4 の間に電圧を印加すると、第 4 の実施形態と同様な作用によって白表示となる。

この透過表示の場合も、反射表示の場合と同様に表示画素部のオンとオフを組み合わせることによって、カラー表示が可能になる。

このように、第 1 の偏光板 11、第 1 の位相差板 13、ねじれ位相差板 12、および拡散層 15 と、半透過反射層 9 とカラーフィルタ 10 を内在した液晶素子 23 とにより、外光を用いる反射表示においては良好なコントラストのカラー表示が可能である。また、液晶素子 23 の下側に第 2 の位相差板 18 と第 3 の位相差板 19 と第 2 の偏光板 17 とバックライト 16 を備えたことにより、外光が少ない環境でもバックライト 16 を点灯することによって、良好なカラー表示が得られる。

すなわち、表示品質が良好な単偏光板による半透過型カラー液晶表示装置を得ることができる。

〔第 5 の実施形態の変形例〕

上述の実施形態では、カラーフィルタ 10 を第 1 の基板 1 側に設けたが、第 2 の基板 2 の内側で、第 2 の電極 4 と第 2 の基板 2 の間にカラーフィルタ 10 を形成す

ることも可能である。

しかし、カラーフィルタ10を第1の基板側に設けた方が、保護膜8をカラーフィルタ10の平坦化と、半透過反射膜9と第1の電極3との絶縁層とに兼ねることができるので好ましい。

また、上述の実施形態では、カラーフィルタ10として、赤、緑、青の3色のフィルタを用いたが、シアン、イエロー、マゼンタの3色のフィルタを用いても、同様に明るいカラー表示が可能である。

さらに、上述の実施形態では、カラーフィルタ製造工程の洗浄ラインに耐えるように、半透過反射層8として、アルミニウム薄膜の表面を陽極酸化処理で不活性化させたが、アルミニウム薄膜上に酸化シリコン(SiO₂)等の透明な酸化膜をスパッタリング法や化学的気相成長(CVD)法で形成してもよい。

〔第6の実施形態：第14図および第15図〕

次に、この発明による液晶表示装置の第6の実施形態について説明する。

第14図および第15図は、その液晶装置の構成を示す模式的な断面図とそのカラーフィルタ等の平面図であり、第5の実施形態の第12図および第13図に相当し、それらと同じ部分には同一の符号を付してあり、それらの説明は省略する。

この第6の実施の形態の液晶表示装置の構成は、第12図及び第13図によって説明した第5の実施形態における、液晶素子23に内在する半透過反射層9に代えて、第1図および第2図に示した第1の実施形態の反射層7と同様に、液晶素子24の第1の基板1の内面に膜厚0.1μmのアルミニウム膜による反射層7を形成している。そして、この液晶素子24の下側（視認側と反対側）には何も設けない点が、第5の実施形態の構成と異なっている。

液晶素子24内に設けたカラーフィルタ10の構成も、第5の実施形態のカラーフィルタ10と同じである。ただ、第1の基板1上の半透過反射層9に代えて反射層7上にカラーフィルタ10を形成している。

この液晶表示装置によれば、外光による反射表示として、第5の実施形態の液晶表示装置と同様かそれ以上に明るくコントラストの高いカラー表示が得られる。しかし、バックライトの点灯による透過表示は行えない。

この実施形態の液晶表示装置も、第1の実施形態の変形例および第5の実施形態の変形例と同様な変形が可能である。

産業上の利用可能性

以上説明してきたように、この発明による単偏光板型の液晶表示装置によれば、外光による明るくコントラストの高い反射表示が得られ、半透過反射型液晶表示装置によれば、上記と同様な反射表示と、バックライトの点灯により、コントラストの高い透過表示も可能になる。これらの液晶表示装置を、いずれもカラー表示可能にすることもできる。

したがって、この液晶表示装置は、携帯電話機や携帯情報端末（PDA）、携帯型パーソナルコンピュータ、ゲーム機、時計、ビデオカメラ、その他各種の電子機器の表示装置として広範に利用できる。

請 求 の 範 囲

1. 反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に、ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、

該液晶素子の前記第2の基板の外側に設けたねじれ位相差板と、

該ねじれ位相差板の外側に設けた位相差板と、

該位相差板の外側に設けた偏光板と

を備えたことを特徴とする液晶表示装置。

2. 半透過反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に、ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、

該液晶素子の前記第2の基板の外側に設けたねじれ位相差板と、

該ねじれ位相差板の外側に設けた第1の位相差板と、

該第1の位相差板の外側に設けた第1の偏光板と、

前記液晶素子の前記第1の基板の外側に設けた第2の位相差板と、

該第2の位相差板の外側に設けた第2の偏光板と、

該第2の偏光板の外側に設けたバックライトと

を備え、前記第2の位相差板の位相差値が概ね $1/4$ 波長であることを特徴とする液晶表示装置。

3. 半透過反射層と第1の電極を有する第1の基板と第2の電極を有する第2の基板との間に、ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、

該液晶素子の前記第2の基板の外側に設けたねじれ位相差板と、

該ねじれ位相差板の外側に設けた第1の位相差板と、

該第1の位相差板の外側に設けた第1の偏光板と、

前記液晶素子の前記第1の基板の外側に設けた第2の位相差板と、

3 2

該第 2 の位相差板の外側に設けた第 3 の位相差板と、
該第 3 の位相差板の外側に設けた第 2 の偏光板と、
該第 2 の偏光板の外側に設けたバックライトと
を備え、
前記第 2 の位相差板の遅相軸と前記第 3 の位相差板の遅相軸とが概ね直交しており、
前記第 2 の位相差板の位相差値の波長依存性と前記第 3 の位相差板の位相差値の波長依存性とが異なり、
該第 2 の位相差板の位相差値と該第 3 の位相差板の位相差値との差が概ね $1/4$ 波長であることを特徴とする液晶表示装置。

4. 半透過反射層と第 1 の電極を有する第 1 の基板と第 2 の電極を有する第 2 の基板との間に、ツイスト配向しているネマチック液晶を挟持してなる液晶素子と、
該液晶素子の前記第 2 の基板の外側に設けたねじれ位相差板と、
該ねじれ位相差板の外側に設けた第 1 の位相差板と、
該第 1 の位相差板の外側に設けた第 1 の偏光板と、
前記液晶素子の前記第 1 の基板の外側に設けた第 2 の位相差板と、
該第 2 の位相差板の外側に設けた第 3 の位相差板と、
該第 3 の位相差板の外側に設けた第 2 の偏光板と、
該第 2 の偏光板の外側に設けたバックライトと
を備え、
前記第 2 の位相差板の遅相軸と前記第 3 の位相差板の遅相軸とが概ね 60° に交差しており、
前記第 2 の位相差板の位相差値が概ね $1/4$ 波長で、前記第 3 の位相差板の位相差値が概ね $1/2$ 波長であることを特徴とする液晶表示装置。

5. 前記ねじれ位相差板のツイスト方向は前記液晶素子のツイスト方向と逆方向であり、該ねじれ位相差板のツイスト角は前記液晶素子のツイスト角より $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 小さく、該ねじれ位相差板の複屈折量を示す $\Delta n d$ 値は前記液晶素子の $\Delta n d$ 値より $0.2 \sim 0.3 \mu m$ 小さい請求の範囲第1項乃至第4項のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

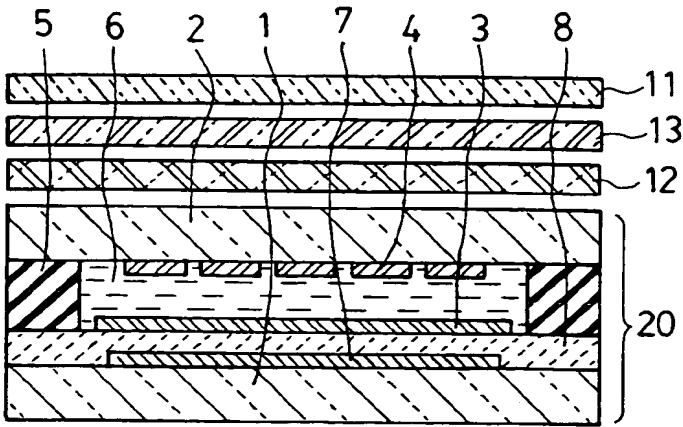
6. 前記液晶素子の前記第1の基板と第2の基板のどちらか一方の基板に複数色のカラーフィルタを設けた請求の範囲第1項乃至第4項のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

7. 前記液晶素子の前記第2の基板の外側に拡散層を設けた請求の範囲第1項乃至第4項のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

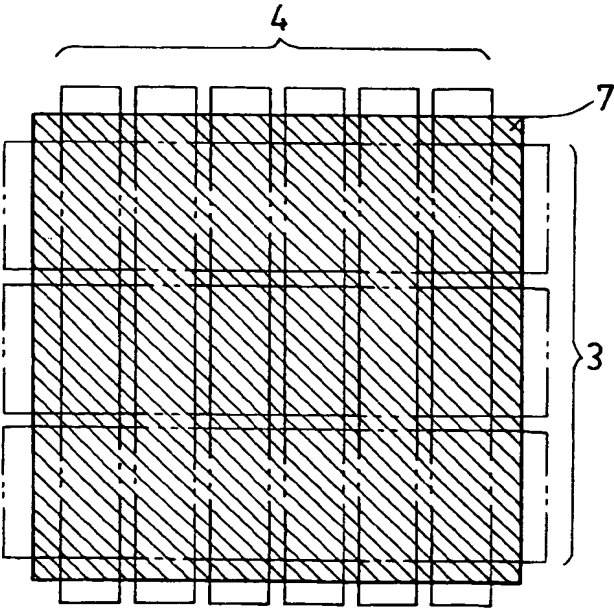
8. 前記半透過反射層が、厚さ $0.03 \mu m \sim 0.01 \mu m$ の金属薄膜である請求の範囲第2項乃至第4項のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

9. 前記半透過反射層が、画素毎に開口部を設けた金属薄膜である請求の範囲第2項乃至第4項のいずれか一項に記載の液晶表示装置。

第 1 図

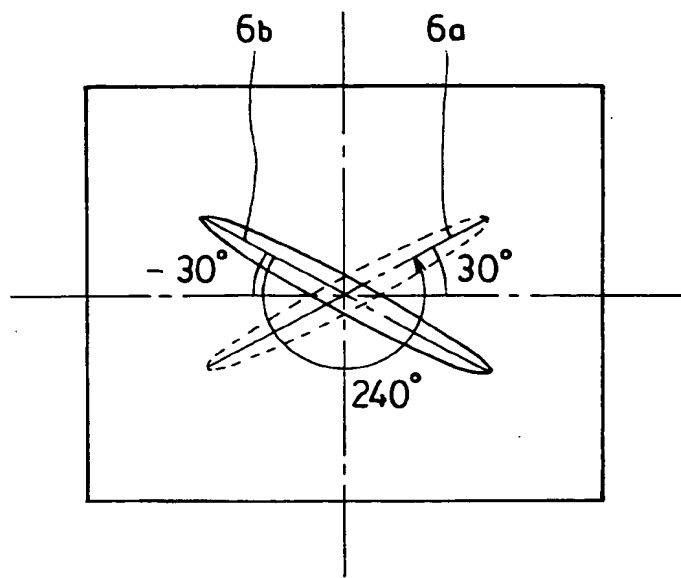


第 2 図

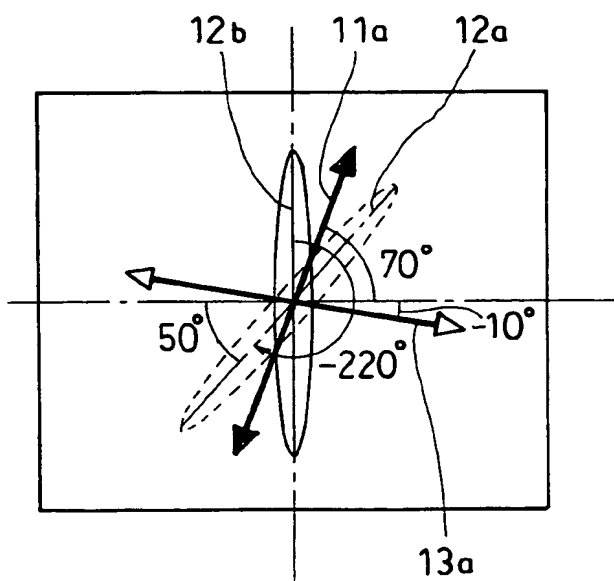


2 / 9

第 3 图

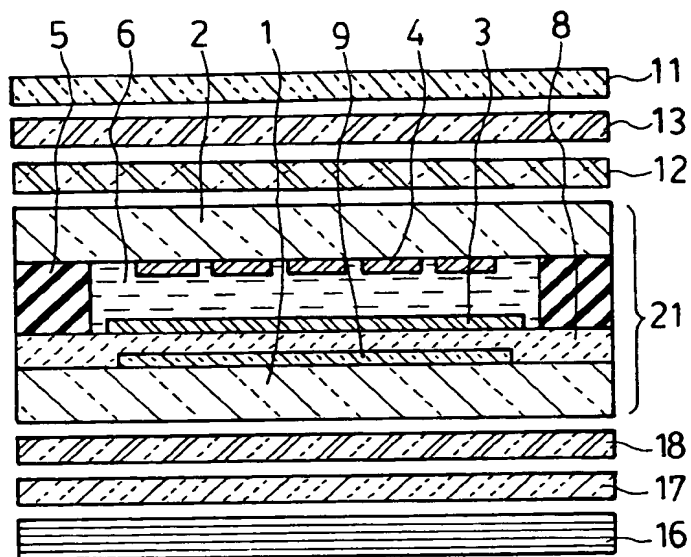


第 4 图

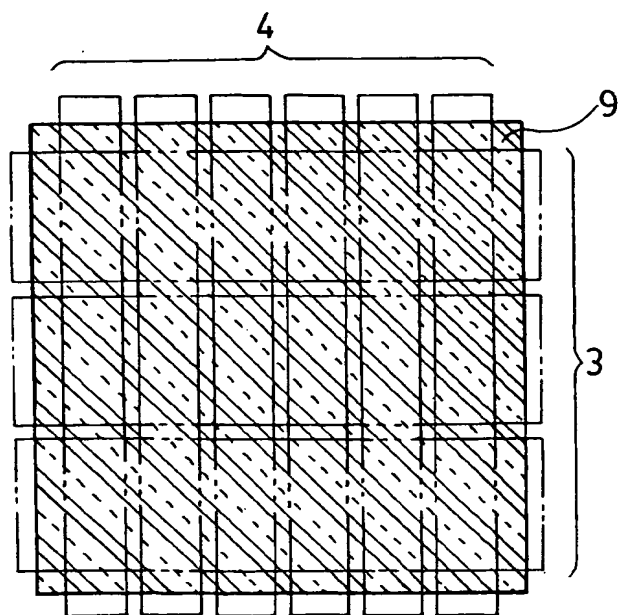


3 / 9

第 5 図

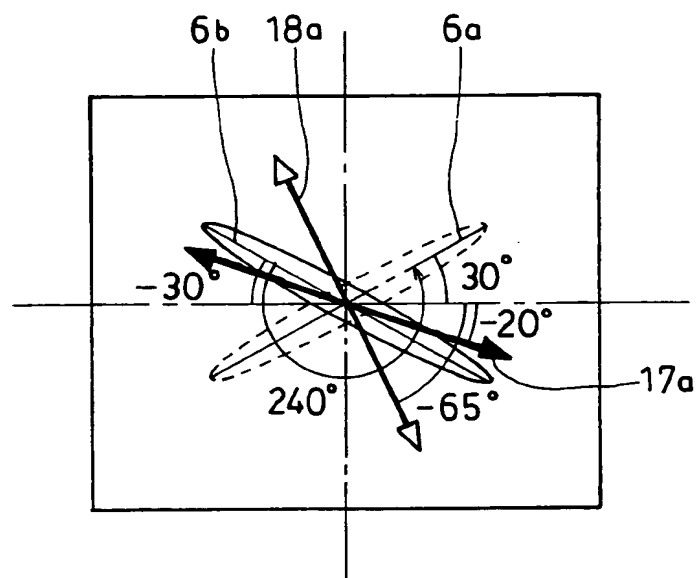


第 6 図



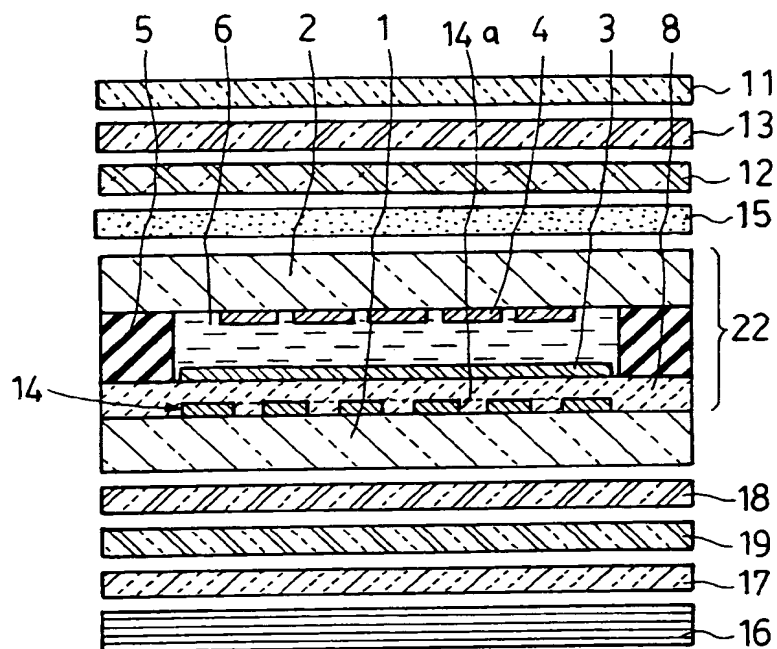
4 / 9

第 7 図

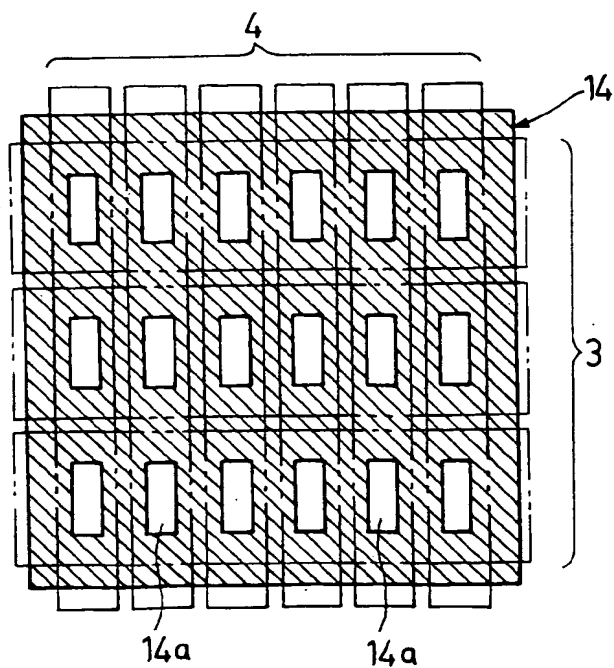


5 / 9

第 8 図

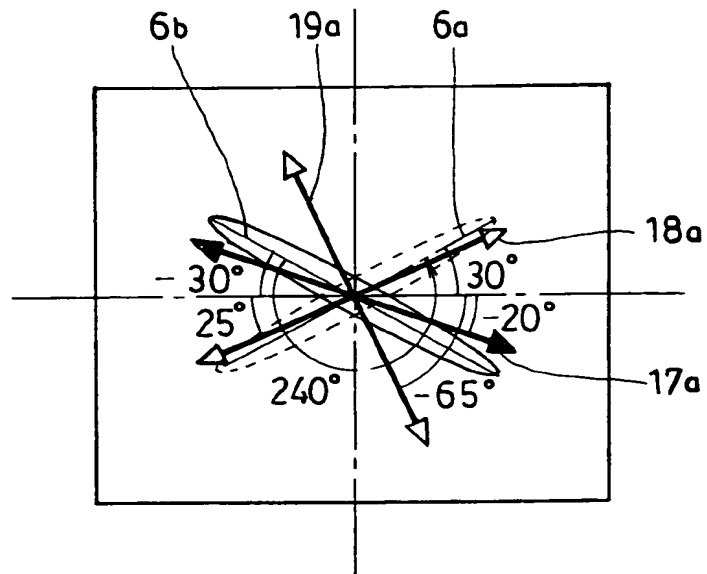


第 9 図

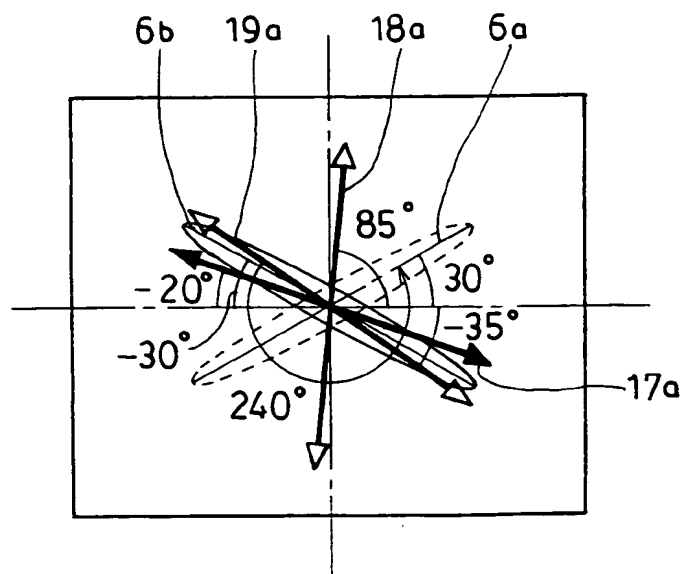


6 / 9

第10図

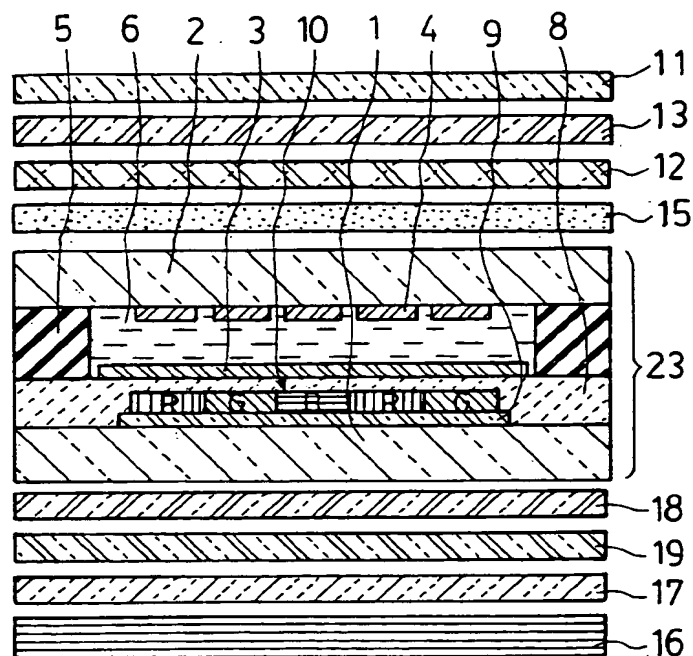


第11図

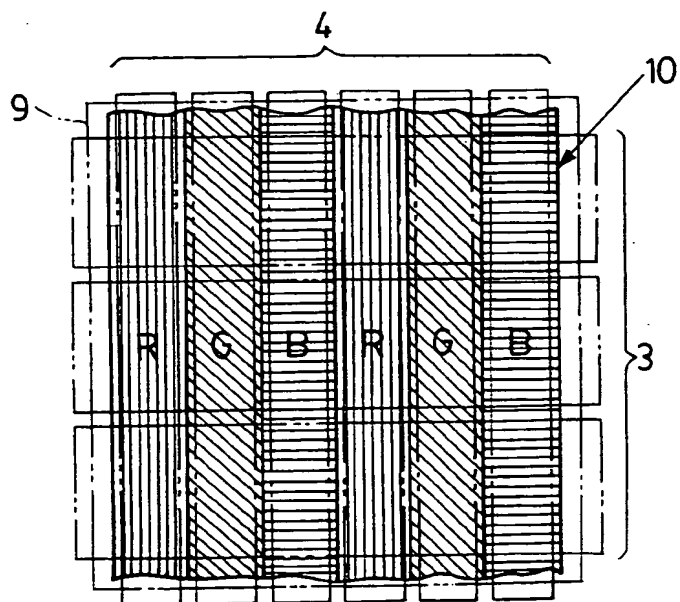


7 / 9

第12図

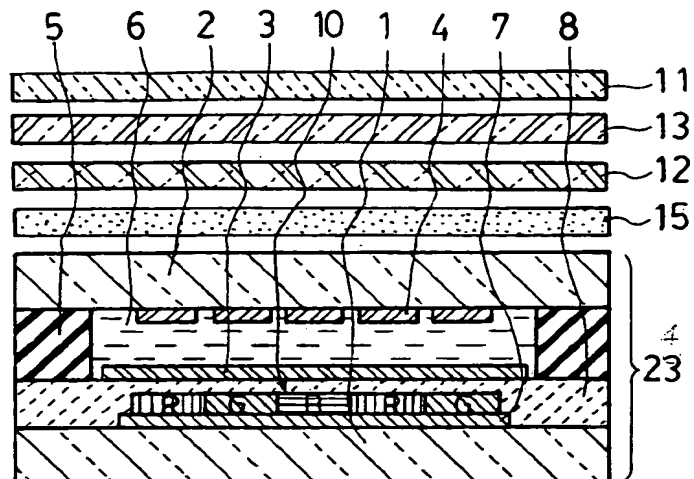


第13図

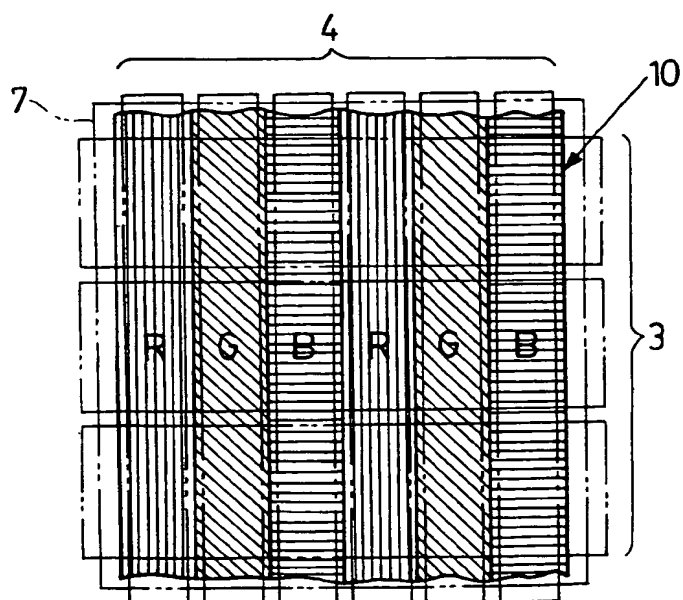


8 / 9

第 14 図

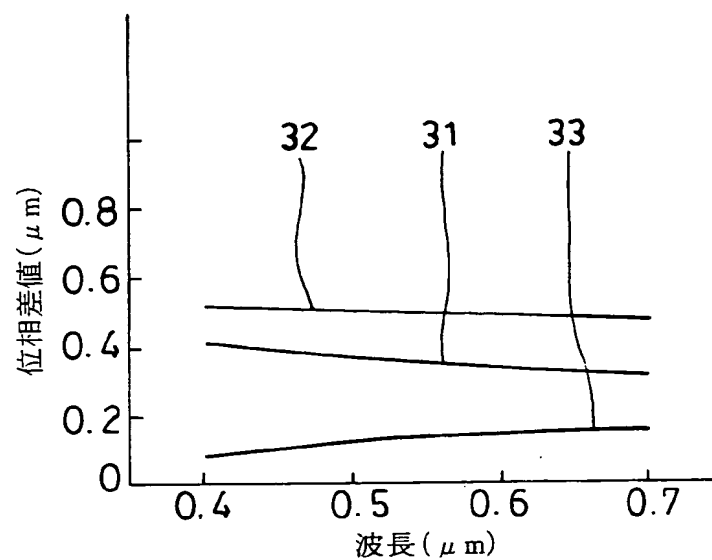


第 15 図

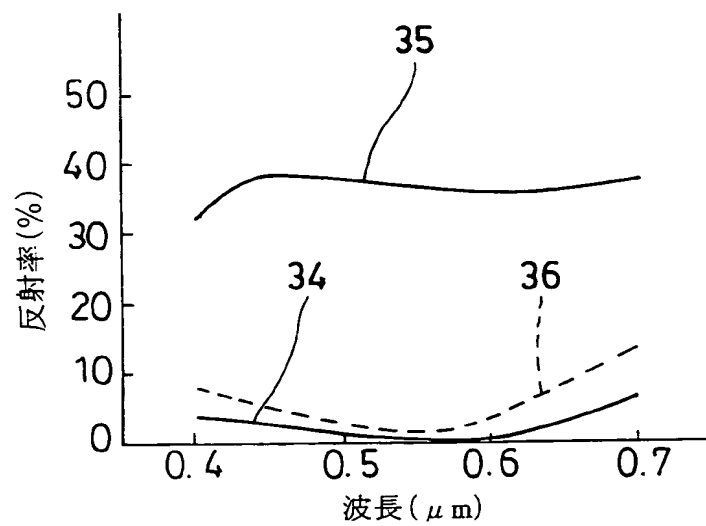


9 / 9

第16 図



第17 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03696

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G02F1/13363, G02F1/1347, G02F1/133

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G02F1/13363, G02F1/1347, G02F1/133

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	JP, 11-249165, A (Tatsuo UCHIDA), 17 September, 1999 (17.09.99), Full text; all drawings (Family: none)	1,6
P,X	JP, 2000-66191, A (Hitachi, Ltd.), 03 March, 2000 (03.03.00), Full text; all drawings (Family: none)	1,6
A	JP, 8-76111, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 22 March, 1996 (22.03.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP, 8-292413, A (Casio Computer Co, Ltd.), 05 November, 1996 (05.11.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP, 9-33882, A (Hitachi, Ltd.), 07 February, 1997 (07.02.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP, 9-33907, A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 07 February, 1997 (07.02.97),	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 September, 2000 (01.09.00)Date of mailing of the international search report
19 September, 2000 (19.09.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/03696

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>Full text; all drawings (Family: none)</p> <p>JP, 10-31211, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 03 February, 1998 (03.02.98), Full text; all drawings (Family: none)</p>	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

IntCl⁷G02F1/13363, G02F1/1347, G02F1/133

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

IntCl⁷G02F1/13363, G02F1/1347, G02F1/133

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	JP, 11-249165, A (内田 龍男) 17. 9月. 1999 (17. 09. 99) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 6
P, X	JP, 2000-66191, A (株式会社日立製作所) 3. 3月. 2000 (03. 03. 00) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 09. 00

国際調査報告の発送日

19.09.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井口 猶二

2X

9119

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 8-76111, A (松下電器産業株式会社) 22. 3月. 1996 (22. 03. 96) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	J P, 8-292413, A (カシオ計算機株式会社) 5. 11月. 1996 (05. 11. 96) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	J P, 9-33882, A (株式会社日立製作所) 7. 2月. 1997 (07. 02. 97) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	J P, 9-33907, A (富士ゼロックス株式会社) 7. 2月. 1997 (07. 02. 97) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	J P, 10-31211, A (松下電器産業株式会社) 3. 2月. 1998 (03. 02. 98) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9